

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-315849

(43)Date of publication of application : 15.11.1994

(51)Int.Cl.

B23Q 15/00

B23Q 15/00

B24B 49/00

G05B 19/405

(21)Application number : 06-033753

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 03.03.1994

(72)Inventor : MIYOSHI KATSUYA
KOBAYASHI KOICHI
WAKABAYASHI YOKO
SAITO SHINICHIRO

(30)Priority

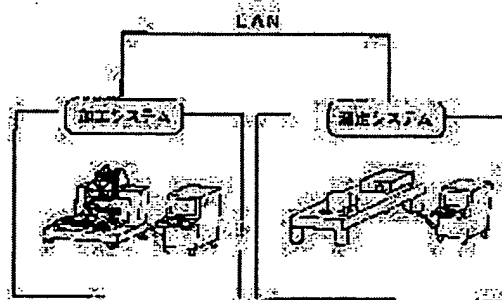
Priority number : 05 43562 Priority date : 04.03.1993 Priority country : JP

(54) FORMATION OF POLISHING PROGRAM AND FORMING DEVICE THEREWITH

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide high-precision polishing by measuring the shape of an object to be polished, calculating necessary polishing quantities at various points of the polishing face from the measured result, calculating the required number of times for polishing, and judging the surface shape of the object assumed under the polishing in the optimum polishing locus.

CONSTITUTION: The necessary polishing quantities at various points of the polishing face are calculated from the measured result of the shape of an object to be polished. The initial set data are determined in advance based on the shapes and sizes of the polishing tools used in the polishing process, and the required number of times for polishing to polish the various points of the object are calculated from the polishing quantity of each polishing tool in the unit time and the prescribed polishing quantities at various points of the object based on the initial set data. Polishing devices and polishing tools are configured on a computer (modeling), then the polishing locus indicating the polishing positions of the object and the polishing tools at a polishing section is generated, polishing is simulated based on this locus, the expected shape after polishing is assumed and the quality of the polishing locus is judged.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.01.2000

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-315849

(43) 公開日 平成6年(1994)11月15日

(51) IntCl. ⁵	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 Q 15/00	B	9136-3C		
	3 0 1 J	9136-3C		
B 2 4 B 49/00		9135-3C		
G 0 5 B 19/405	Q	9064-3H		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-33753

(22) 出願日 平成6年(1994)3月3日

(31) 優先権主張番号 特願平5-43562

(32) 優先日 平5(1993)3月4日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004112 -

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 三好 勝也

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(72) 発明者 小林 浩一

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(72) 発明者 若林 陽子

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨加工用プログラムの作成方法及び

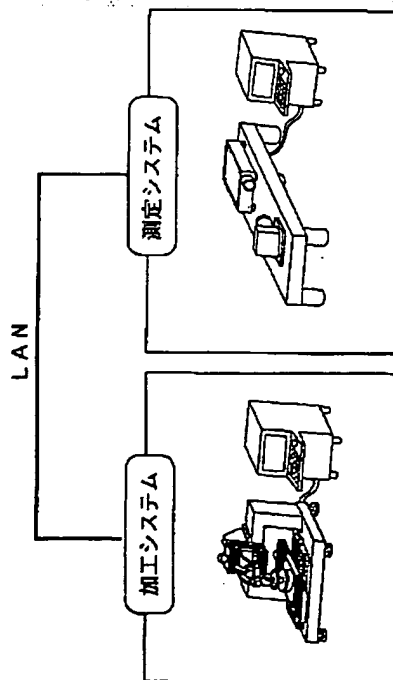
それを用いた作成装置

(57) 【要約】

【目的】 短時間で研磨加工用のプログラムを作成する。

【構成】 数値制御される研磨装置を用いて研磨対象物と研磨工具との間の相対移動により該対象物を研磨して所望の形状に研磨加工する際に、前記研磨装置を制御するための研磨加工用プログラムを作成する方法において、

(イ) 研磨加工前の被研磨物の形状を測定して測定結果と所望の形状から研磨加工時に必要な研磨量を求める過程、(ロ) 計算機上で任意に研磨装置および研磨工具の構成を想定する過程、(ハ) 研磨加工時における被研磨物と研磨工具との加工位置を示す研磨軌跡を作成する過程、(ニ) 前記想定された研磨装置および研磨工具を用いて前記研磨軌跡に基づいた研磨加工を計算機上でシミュレーションすることで、被研磨物を実際に研磨することなく研磨後の予想形状を想定する過程、(ホ) 前記研磨加工のシミュレーション時、前記想定した研磨装置および研磨工具の動作が実施可能か否かを判定する過程、および(ヘ) 前記想定された予想形状を所望の形状と比較することで前記研磨軌跡の良否を判定する過程からなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】数値制御される研磨装置を用いて研磨対象物と研磨工具との間の相対移動により該対象物を研磨して所望の形状に研磨加工する際に、前記研磨装置を制御するための研磨加工用プログラムを作成する方法において、

(イ) 研磨加工前の被研磨物の形状を測定して測定結果と所望の形状から研磨加工時に必要な研磨量を求める過程、

(ロ) 計算機上で任意に研磨装置および研磨工具の構成を想定する過程、

(ハ) 研磨加工時における被研磨物と研磨工具との加工位置を示す研磨軌跡を作成する過程、

(ニ) 前記想定された研磨装置および研磨工具を用いて前記研磨軌跡に基づいた研磨加工を計算機上でシミュレーションすることで、被研磨物を実際に研磨することなく研磨後の予想形状を想定する過程、

(ホ) 前記研磨加工のシミュレーション時、前記想定した研磨装置および研磨工具の動作が実施可能かを判定する過程、および

(ヘ) 前記想定された予想形状を所望の形状と比較することで前記研磨軌跡の良否を判定する過程からなることを特徴とする研磨加工用プログラムの作成方法。

【請求項2】前記判定結果が所定の結果であった場合は前記研磨軌跡に基づいて数値制御用のプログラムを作成することを特徴とする請求項1記載の研磨加工用プログラムの作成方法。

【請求項3】前記シミュレーションの際に前記想定した研磨装置および研磨工具の動作が実施可能かを判定し、実施が不可能と判定した場合は再度計算機上で任意に研磨装置および研磨工具の構成を想定し直すことを特徴とする請求項1記載の研磨加工用プログラムの作成方法。

【請求項4】前記シミュレーションの際に前記想定された研磨工具の研磨特性量を算出しておき、前記判定結果が所定の結果でない場合は前記算出された特性量をもとに研磨加工時に必要な研磨量を再度設定して該研磨量に基づいて研磨加工をシミュレーションし、得られた予想形状を所望の形状と比較することで前記研磨軌跡の良否を再度判定することを特徴とする請求項1記載の研磨加工用プログラムの作成方法。

【請求項5】前記項1記載の研磨加工用プログラムの作成方法において前記計算機上で任意に想定された研磨装置および研磨工具の構成をもとに、研磨加工用の研磨装置あるいは研磨工具の設計を行うことを特徴とする研磨装置あるいは研磨工具の設計方法。

【請求項6】研磨加工前の被研磨物の形状と所望の形状から両者の誤差を求め、被研磨物の表面上にあらかじめ設定しておいた格子点各点に対して、設計値通りの形状

にするために必要な研磨量を算出する研磨成分算出部、研磨加工時に用いる研磨工具の断面形状に対して研磨時に加わる研磨特性量の分布状態を求め、該分布状態から前記研磨工具の単位時間あたりの研磨量を算出する初期設定算出部、

該初期設定算出部で算出された単位時間研磨量のデータと、前記研磨成分算出部で算出された必要研磨量のデータから、被研磨物表面に設定された前記各格子点における研磨工具の滞留時間を算出する研磨回数算出部、

10 研磨装置および研磨工具の構成を任意に想定する研磨装置モデリング部、

前記研磨回数算出部で算出された必要通過回数のデータと研磨装置モデリング部でモデリングされた研磨装置および研磨工具をもとに、研磨時の研磨工具の移動位置を示す研磨軌跡を作成する研磨軌跡算出部、

前記モデリングされた研磨装置および研磨工具と研磨軌跡算出部で作成された研磨軌跡に基づいて研磨加工のシミュレーションを行うと共に、シミュレーション時に前記想定した研磨装置および研磨工具の動作が実施可能かを判定する研磨シミュレーション部、

該研磨シミュレーション部で想定された被研磨物の研磨終了後の研磨面の形状を所望の形状と比較して前記研磨シミュレーションで得られた被研磨物の形状を評価する形状評価部、および前記研磨軌跡をもとに、数値制御用のプログラムを作成する数値制御プログラム作成部とを有することを特徴とする研磨加工用プログラム作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30 【産業上の利用分野】本発明は、表面研磨等において工作物（被研磨物）の形状および所望の形状を計算機に入力することで、入力条件に適した研磨条件を設定する研磨制御方法に関する。

【0002】

40 【従来の技術】工作物（被研磨物）を研磨してこの被研磨物を所望の形状に加工する場合、まず、被研磨物の形状を測定してその結果を計算機に入力し、各種計算方法を利用して加工に必要な研磨量を算出していた。また、計算機では研磨量以外の研磨条件（例えば、研磨速度や研磨工具の種類等）を設定するため、これらの条件の設定に必要な情報を入力する場合もあった。こうした求めた研磨条件は、例えば、数値制御される研磨装置の制御部等に送られ、研磨装置ではこの条件に従って研磨工具と被研磨物とを相対移動させることで被研磨物を所望の形状に研磨していた。この時、前記計算機上で「被研磨物の研磨面（加工面）内において所定の大きさで分割された区域」をあらかじめ設定しておき、この区域に対して前記算出された研磨量を対応させる。そして、被研磨物の研磨面よりも小さい研磨工具を用意してこの工具を被研磨物に対して所定の値で加圧（または、これに対応

する物理量を表す変数)し、その時の接触時間または前記区域の通過回数によって所定の研磨量となるように制御されていた。また、その際に研磨工具と被研磨物との接触部(加工位置)が研磨工程中どのように移動するかを示す軌跡(以下、研磨軌跡という)を設定し、この研磨軌跡に基づいて研磨を行なうようにしていた。このようにして一通り被研磨物を研磨した後、再度被研磨物の形状を測定して所望の形状との誤差を求めていた。そして、研磨後の被研磨物が最適形状となる(前記誤差が許容範囲内となる)まで前述のような研磨作業と形状測定とを繰り返していた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した従来の研磨方法では、研磨前に被研磨物の形状を測定して計算機上で設定された研磨工具と被研磨物との接触位置の移動状態を示す研磨軌跡に基づいて実際に研磨し、その後、再度被研磨物の形状を測定しなければ被研磨物が所望の形状に研磨されているか確認できなかった。そのため、一旦研磨を行った後でなければ、前記設定した研磨軌跡が適切であったか確認することができなかった。その結果、従来の方法では研磨作業と形状測定の作業を何度も繰り返さなければならず、プログラムの作成工程が煩雑になって多くの時間を要していた。

【0004】また、あらかじめ作製された研磨装置を用いて研磨作業を行なうため、この装置で制御可能な範囲内でしか研磨軌跡を設定できないという問題があった。そのため、この範囲内で最適な研磨軌跡を作成しても実際に所望の形状が得られるまでに何回も研磨作業と軌跡の作成作業を行なう必要があり、作業が面倒であった。

【0005】本発明は、このような問題を解決することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的のために、本発明では、数値制御される研磨装置を用いて研磨対象物と研磨工具との間の相対移動により該対象物を研磨して所望の形状に研磨加工する際に、前記研磨装置を制御するための研磨加工用プログラムを作成する方法において、

(イ) 研磨加工前の被研磨物の形状を測定して測定結果と所望の形状から研磨加工時に必要な研磨量を求める過程、(ロ) 計算機上で任意に研磨装置および研磨工具の構成を想定する過程、(ハ) 研磨加工時における被研磨物と研磨工具との加工位置を示す研磨軌跡を作成する過程、(ニ) 前記想定された研磨装置および研磨工具を用いて前記研磨軌跡に基づいた研磨加工を計算機上でシミュレーションすることで、被研磨物を実際に研磨することなく研磨後の予想形状を想定する過程、(ホ) 前記研磨加工のシミュレーション時、前記想定した研磨装置および研磨工具の動作が実施可能か否かを判定する過程、および(ヘ) 前記想定された予想形状を所望の形状と比較することで前記研磨軌跡の良否を判定する過程、から

なる研磨加工用プログラムの作成方法を提供する(請求項1)。

【0007】そして、前記判定結果が所定の結果であった場合は前記研磨軌跡に基づいて数値制御用のプログラムを作成するようにした(請求項2)。また、前記シミュレーションの際に前記想定した研磨装置および研磨工具の動作が実施可能か否かを判定し、実施が不可能と判定した場合は再度計算機上で任意に研磨装置および研磨工具の構成を想定し直すようにした(請求項3)。

【0008】さらに、前記シミュレーションの際に前記想定された研磨工具の研磨特性量を算出しておき、前記判定結果が所定の結果でない場合は前記算出された特性量をもとに研磨加工時に必要な研磨量を再度設定して該研磨量に基づいて研磨加工をシミュレーションし、得られた予想形状を所望の形状と比較することで前記研磨軌跡の良否を再度判定するようにした(請求項4)。

【0009】そして、研磨加工前の被研磨物の形状と所望の形状から両者の誤差を求め、被研磨物の表面上にあらかじめ設定しておいた格子点各点に対して、設計値通りの形状にするために必要な研磨量を算出する研磨成分算出部と、研磨加工時に用いる研磨工具の断面形状に対して研磨時に加わる研磨特性量の分布状態を求め、該分布状態から前記研磨工具の単位時間あたりの研磨量を算出する初期設定算出部と、該初期設定算出部で算出された単位時間研磨量のデータと、前記研磨成分算出部で算出された必要研磨量のデータから、被研磨物表面に設定された前記各格子点における研磨工具の滞留時間を算出する研磨回数算出部と、研磨装置および研磨工具の構成を任意に想定する研磨装置モデリング部と、前記研磨回数算出部で算出された必要通過回数のデータと研磨装置モデリング部でモデリングされた研磨装置および研磨工具をもとに研磨時の研磨工具の移動位置を示す研磨軌跡を作成する研磨軌跡算出部と、前記モデリングされた研磨装置および研磨工具と研磨軌跡算出部で作成された研磨軌跡に基づいて研磨加工のシミュレーションを行うと共に、シミュレーション時に前記想定した研磨装置および研磨工具の動作が実施可能か否かを判定する研磨シミュレーション部と、該研磨シミュレーション部で想定された被研磨物の研磨終了後の研磨面の形状を所望の形状と比較して前記研磨シミュレーションで得られた被研磨物の形状を評価する形状評価部と、前記研磨軌跡をもとに数値制御用のプログラムを作成する数値制御プログラム作成部と、で研磨加工用プログラム作成装置を構成した(請求項6)。

【0010】さらにまた、研磨加工用プログラムの作成時に前記計算機上で任意に想定された研磨装置および研磨工具の構成をもとに、研磨加工用の研磨装置あるいは研磨工具の設計を行うようにした(請求項5)。

【0011】

【作用】本発明の研磨加工用プログラムの作成方法の基

本的な手順は、以下の通りである。

(イ) まず、被研磨物の形状を測定し、その結果からこの被研磨物の研磨面各点に対して必要な研磨量（以下、必要研磨量という）を算出する。一方、研磨過程で使用する研磨工具の形状、寸法、強度等に基づいた初期設定データをあらかじめ実験等によって求めておく。このデータは、単位時間当たりの研磨量を求める際に用いる物理的または化学的な変数（以下、「研磨特性量」という）に基づき、研磨時に用いる研磨工具によって異なる。例えば、パット式の研磨工具を用いる場合は、被研磨物の中心から外周にかけて研磨工具から被研磨物へ加わる圧力分布を示すものである。また、イオンビームの照射により研磨を行うのであればイオンの個数（または電流密度）を、アトムsの照射であればこのアトムsの個数を、ラジカル反応を用いるのであれば、プラズマ密度の分布状態を意味することになる。

【0012】(ロ) 初期設定データにもとに研磨工具の単位時間あたりの研磨量（単位時間研磨量）を算出する。また、研磨工具の単位時間研磨量と被研磨物の各点での所定研磨量から、被研磨物の各点を研磨するのに必要な研磨回数（研磨工具滞留時間）を算出する。研磨工具滞留時間を算出する際は、この滞留時間が負の値とならず、また、単位時間研磨量と研磨回数の積が必要研磨量を越えないという条件の下で最適な時間が求まるような計算法を用いる。

【0013】(ハ) 研磨を行なうための研磨装置およびこの装置に装着される研磨工具を計算機上で構成（モデリング）する。さらに、モデリングした研磨装置および研磨工具と算出された研磨工具滞留時間を参考にして、研磨工具と被研磨物との接触部（加工位置）を設定する。ここで設定された加工位置は研磨工具の座標位置として表され、これら各位置から研磨工程中にこの加工位置がどのように移動するかを示す研磨軌跡が作成される。

【0014】(ニ) 計算機上でモデリングした研磨装置および研磨工具と設定した研磨軌跡を用いて、計算機上で被研磨物に対して研磨を行う「研磨シミュレーション」を実施する。このシミュレーション中は、逐次、研磨工具における前記研磨特性量を算出しておく。また、研磨シミュレーション時は、想定した研磨装置および研磨工具の動作が実施可能か否かを判定する。そして、実施が不可能と判定した場合は再度計算機上で任意に研磨装置および研磨工具の構成を想定し直し、研磨シミュレーションをやり直す。研磨シミュレーションが終了したら被研磨物の形状と所望の形状とを比較する。

【0015】(ホ) 上記(ニ)の過程で被研磨物の形状と所望の形状との比較結果が最適と判断された場合、または両者間の誤差が許容範囲内であった場合、(ハ)で設定した研磨軌跡を採用する。そして、この研磨軌跡に基づいて実際の研磨装置を駆動させるためのNCデータ

（研磨加工用プログラム）を従来と同様の方法で作成する。

【0016】(ヘ) 上記(ニ)の比較結果で最適と判断されなかった場合、または誤差が許容範囲内に収まらなかった場合は、シミュレーション時に算出しておいた前記研磨特性量と研磨工具位置から、被研磨物を形成する物質の研磨面に対する該特性量を、有限要素法、境界要素法、差分法などを用いて計算し、先に設定した研磨工具の初期設定データを変更する。

【0017】(ト) 上記(ヘ)で変更した初期設定データに基づいて、(ロ)～(ニ)の過程を再度行う。そして、この作業を(ニ)の過程で良好な結果が得られるまで繰り返して行い、良好な結果が得られた時は(ホ)の過程に進んでシミュレーション作業を終了する。このように、本発明では、被研磨物の形状を研磨前の段階で一度測定するだけで、研磨を実際に行わなくても設定した研磨条件のもとで研磨した後の被研磨物の表面形状を判断することができる。そのため、実際の研磨作業を行う手間、および時間を省略することができ、プログラムの作成工程の時間短縮が可能となる。また、研磨装置および研磨工具を計算機上で自由に構成（モデリング）することができるので、短い時間で良好な研磨軌跡を作成することができる。その際、実際の研磨装置の構成によって制限を受けることがないため、精度の高い研磨軌跡を作成することができる。そして、この研磨軌跡に基づいて研磨加工用のプログラムを作成して研磨加工を行うことで、より高精度な研磨が可能となる。

【0018】なお、上記それぞれの過程で使用する計算機は、一台で全てを賄ってもよいし各過程ごとにそれぞれ計算機を設置するようにしてもよい。また、研磨工具としては、パット、イオン、アトム、ラジカル、パウダー、レーザ（フォトン）、ピッチ、水流、砂粒などの物理的または化学的作用を問わず、研磨（被研磨物の除去）作用が得られる全ての手段を用いることができる。

【0019】以下、本発明の一実施例を説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0020】

【実施例】まず、研磨工具の種類を選択する。本実施例では、被研磨物を回転対称体としてこの被研磨物の径よりも小径のパット式研磨工具を使用して研磨を行うことを想定して研磨シミュレーションを行った。なお、本発明では研磨工具として、この他にイオン、アトム、ラジカル、パウダー、レーザ（フォトン）、ピッチ、水流、砂粒などの物理的または化学的作用を問わず、研磨（被研磨物の除去）作用が得られる全ての手段を想定している。

【0021】図1は本発明のシステム構成の一実施例を示す。システムとしては、数値制御される研磨装置からなる加工システムと被研磨物の形状を測定する干渉計からなる測定システムとこれらのシステム間のデータの通

信を行うLANで構成される。以下、本実施例における研磨加工用プログラムの作成手順(k)～(l)を示す。また、データの流れを図2に示す。

【0022】(k) まず、被研磨物の形状を干渉計で測定する。測定には、3次元測定装置を用いてもよい。そして、干渉計による測定結果と被研磨物の設計値とを研磨成分算出部に入力する。この研磨成分算出部は、入力された両者のデータを比較して誤差を求め、被研磨物の表面(研磨面)上にあらかじめ設定しておいた格子点各点に対して、設計値通りの形状にするために必要な研磨量(以下、必要研磨量という)を算出する。算出された必要研磨量は、研磨前の被研磨物の形状に対応させた形で表示画面(ディスプレイ)上に表示される。

【0023】(l) 次に、初期設定算出部において、研磨工具の断面形状に対して研磨時に加わる研磨特性量の分布状態を求める。これは、使用する研磨工具の種類に応じた形状、寸法、強度等とあらかじめ研磨実験等によって求めておく。本実施例では、研磨工具としてパット式研磨工具を用いたので、この研磨特性量の分布状態は、「被研磨物の中心から外周にかけて研磨工具から被研磨物へ加わる圧力分布」を中心からの各点ごとに初期設定算出部に入力することで得られる。得られた研磨工具の断面形状に対する圧力分布は、グラフとして前記画面上に表示することができる。初期設定算出部では、この圧力分布をもとにして研磨工具の単位時間あたりの研磨量(以下、単位時間研磨量という)を算出する。

【0024】(m) 研磨回数算出部は、初期設定算出部で算出された単位時間研磨量のデータと、前記研磨成分算出部で算出された必要研磨量のデータから、被研磨物表面に設定された前記各格子点における研磨工具の必要通過回数を算出する。この必要通過回数は、各格子点での研磨工具の滞留時間と対応する。そして、必要通過回数を算出する際は、この滞留時間が負の値とならず、また、単位時間研磨量と研磨回数の積が前記必要研磨量を越えないという条件の下で最適な通過回数が求まるような計算法を用いる。

【0025】(n) 研磨装置モデリング部では、研磨装置および研磨工具を任意に想定(モデリング)する。本実施例では、モデリングする研磨装置の制御軸を、被研磨物を移動させるためのX軸、Y軸、Z軸、研磨工具を移動させるための工具トラバース軸、被研磨物を回転させるための被研磨物回転軸、研磨工具を回転させるための工具回転軸、の計6軸とした。そして、工具回転軸を固定するための固定点とその軸長、前記X、Y、Z各軸のストローク幅と移動速度、研磨工具と被研磨物との間のトラバース角度、研磨工具の移動速度、研磨工具および被研磨物の回転速度を示すデータを研磨装置モデリング部に入力した。研磨装置モデリング部では、これら入力された各データから研磨装置および研磨工具のモデリングを行う。なお、モデリングの際は、ディスプレイ上

で想定された研磨装置および研磨工具を確認できるようにしておく。

【0026】(o) 研磨軌跡算出部では、研磨回数算出部で算出された必要通過回数のデータと研磨装置モデリング部でモデリングされた研磨装置および研磨工具とともに、研磨時の研磨工具の移動位置(座標)を示す研磨軌跡を作成する。

(p) そして、研磨シミュレーション部において、モデリングされた研磨装置および研磨工具と研磨軌跡算出部で作成された研磨軌跡に基づいて研磨加工のシミュレーション(以下、研磨シミュレーションという)を行う。この時、所望の研磨時間、研磨精度およびプレストン定数(F.W.Preston; "The theory and design of plate glass finishing machines" J.Soc.Glass Technol., 11(1927)214. 参照)等をシミュレーション部に入力する。なお、ここで用いるプレストン定数は、研磨における理論式

$W = P \times V \times T \times p$ (ここで、Wはある点における加工量、Pはその位置で研磨工具が受ける圧力、Vは工具と被研磨物との相対速度、Tは工具の滞留時間を表す)で用いられる定数pである。

【0027】シミュレーション部は、前記入力値をもとに前記研磨軌跡に応じて被研磨物に対する研磨シミュレーションを行う。シミュレーション中の研磨装置および研磨工具の動作は、ディスプレイ上で確認できるようにしておく。その際、モデリングした研磨装置および研磨工具の動作が実施可能か否かを判定する。そして、実施が不可能と判定した場合は、この段階で再度研磨装置モデリング部で研磨装置および研磨工具の構成を想定し直し、(o)、(p)の過程をやり直す。また、シミュレーション中は、研磨特性量解析部によって逐次研磨工具が受ける研磨特性量(本実施例では接触圧力)を算出しておく。さらに、研磨シミュレーションが終了したら、被研磨物の研磨面の形状、研磨面の面精度の評価、研磨量の評価、研磨断面形状をディスプレイに表示して確認できるようにしておく。

【0028】(q) 研磨シミュレーションが終了した後、形状評価部において被研磨物の研磨終了後の研磨面の形状を目的形状(設計値)と比較して、シミュレーションで得られた被研磨物の形状を評価する。

(r) この評価の結果、研磨終了後の面形状が最適または許容範囲内に収まると判断された場合、前記研磨軌跡算出部で作成された研磨軌跡の工具座標をもとに、NCコード算出部で実際の研磨装置を駆動するためのNCコード(研磨加工用のNCプログラム)を作成する。なお、研磨軌跡からNCプログラムを作成する際は従来と同様の方法を用いたのでここでは詳細な説明を省略する。

【0029】(s) 形状評価部において評価結果が最適でないと判断された場合または許容範囲内に収まらない

と判断された場合、この形状評価部では、前記研磨特性量解析部で算出しておいた接触圧力（研磨特性量）と研磨軌跡の工具座標から、被研磨物に対する研磨工具断面の接触圧力を算出する。

(i) 前記初期設定算出部で設定しておいた研磨工具の断面形状に対する圧力分布データ（研磨特性量の分布データ）を、形状評価部で算出された研磨工具圧力のデータに変更する。その際、有限要素法、境界要素法、差分法等の算出方法を利用することが可能である。そして、

変更した研磨工具断面の接触圧力に基づいて (l) ~ (q) の過程を再度行う。そして、シミュレーション後の被研磨物の表面形状が最適または許容範囲内に収まると判断されたときは、(r) の過程に進んで研磨シミュレーションを終了し、そうでないときは再度 (s) の過程で研磨工具断面の接触圧力を算出して (l) ~ (q) の過程を研磨終了後の被研磨物の表面形状が最適または許容範囲内に収まると評価されるまで繰り返す。その際、研磨装置および研磨工具のモデリングは、再度行ってもよいし、始めにモデリングしたものをそのまま使ってシミュレーションを行ってもよい。

【0030】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、被研磨物を研磨に際して初めに測定するのみで実際に研磨することなく、最適な研磨軌跡を作成して研磨を行ったと想定した場合の被研磨物の表面形状の判断ができる。そのため、実際に研磨作業を行う手間および時間を省略することができ、研磨加工用プログラムの作成工程の時間短縮が可能となる。

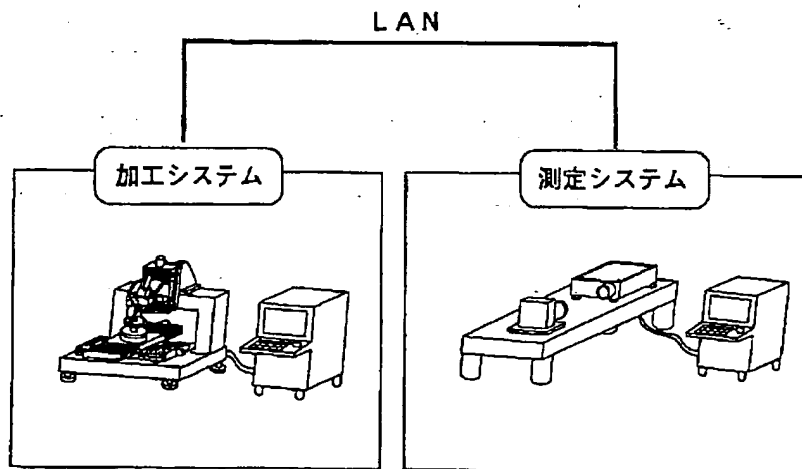
【0031】また、研磨に用いる研磨装置および研磨工具を自由に想定（モデリング）することができるので、研磨軌跡を作成する際に実際の研磨装置の構成によって制限を受けることがない。そのため、短時間で精度の高い研磨軌跡の作成することができる。そして、この軌跡に基づいて研磨加工用プログラムを作成して研磨加工を行うことで、実際に高精度な研磨を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による研磨加工用プログラムの作成装置のシステム構成を示す図。

【図2】本発明の一実施例による研磨加工用プログラムの作成装置の研磨加工用プログラムの作成手順におけるデータの流れを示す図。

【図1】



```
graph TD
    subgraph InitialSetting [初期設定算出部]
        direction TB
        A[初期設定データ] --> B[研磨特性能量]
    end

    subgraph GrindingEquipment [研磨装置]
        direction TB
        C[単位時間当たりの研磨量の算出]
    end

    subgraph MeasurementEquipment [測定装置]
        direction TB
        D[被研磨物の形状測定] --> E[設計データ]
    end

    subgraph CalculationMachine [計算機]
        direction TB
        F[研磨面各点の必要研磨量の算出]
        G[研磨回数算出部]
        H[装置モデリング部]
        I[研磨軌跡算出部]
        J[シミュレーション部]
        K[形状評価部]
    end

    A --> C
    E --> F
    C --> F
    F --> G
    G --> H
    H --> I
    I --> J
    J --> L[研磨工具の研磨特性能量の算出]
    J --> M[工具の動作確認]
    M -- Yes --> N[被研磨物形状と所望形状の比較]
    M -- No --> I
    N -- Yes --> O[NCデータの作成]
    N -- No --> P[被研磨物を形成する物質の研磨面に対する該特性能量の算出]
    P --> C
    L --> C
    P --> A
```

The flowchart illustrates a grinding process control system. It begins with an initial setting calculation unit (初期設定算出部) providing initial setting data (初期設定データ) to the grinding equipment (研磨装置) for calculating the grinding amount per unit time (単位時間当たりの研磨量の算出). Simultaneously, the measurement equipment (測定装置) measures the shape of the workpiece (被研磨物の形状測定) and provides design data (設計データ) to the calculation machine (計算機). The calculation machine then calculates the required grinding amount for each point on the grinding surface (研磨面各点の必要研磨量の算出). This information is used by the grinding pass calculation unit (研磨回数算出部) to determine the required number of grinding passes (研磨面各点の必要研磨回数の算出), which is then modeled by the device modeling unit (装置モデリング部). The grinding path calculation unit (研磨軌跡算出部) then sets the processing position (加工位置の設定) and creates the grinding path (研磨軌跡の作成). The simulation unit (シミュレーション部) performs a grinding simulation (研磨シミュレーション) to calculate the grinding characteristics of the tool (研磨工具の研磨特性能量の算出) and confirm tool operation (工具の動作確認). If the tool operation is confirmed (Yes), the shape evaluation unit (形状評価部) compares the workpiece shape with the desired shape (被研磨物形状と所望形状の比較). If the shapes match (Yes), the NC data creation unit (NCデータの作成) creates the NC data (NCデータの作成), which is then used by the grinding processing program creation unit (研磨加工用プログラム作成装置). If the tool operation is not confirmed (No), the grinding path is recalculated. If the shapes do not match (No), the grinding equipment calculates the grinding characteristics of the material on the grinding surface (被研磨物を形成する物質の研磨面に対する該特性能量の算出), which is then used to update the initial setting data (初期設定データ) and the grinding amount per unit time (単位時間当たりの研磨量の算出).

(72)発明者 斎藤 慎一郎

—323—